



---

**(57) Zusammenfassung:** Die vorliegende Erfindung stellt einen Schaltregler, insbesondere einen Abwärtswandler, bereit mit: einer Schalteinrichtung (13) zum Erzeugen eines gepulsten Signals (24) aus einem Eingangssignal (1) in Abhängigkeit von einem Schaltsignal (21); einer Filtereinrichtung (14) zum Filtern des gepulsten Signals (24) und zum Ausgeben eines geglätteten Ausgangssignals (18); einer steuerbaren Verstärkereinrichtung (7, 11, 12) zum Erzeugen des Schaltsignals (21) aus einem Referenzsignal (4) und einem über eine Rückführungseinrichtung (19, 20) aus dem Ausgangssignal (18) gewonnenen Istwertsignal (5) in Abhängigkeit von einem Kompensationssignal (3); und einer Kompensationssignal- Erzeugungseinrichtung (2) zum Erzeugen des Kompensationssignals (3) aus dem Eingangssignal (1). Die vorliegende Erfindung stellt ebenfalls ein Schaltregelverfahren bereit.

Schaltregler, insbesondere Abwärtswandler, und Schaltregelver-  
5 fahren

STAND DER TECHNIK

Die vorliegende Erfindung betrifft einen Schaltregler, insbe-  
10 sondere einen Abwärtswandler, und ein Schaltregelverfahren.

Schaltregler (SR), wie beispielsweise Abwärtswandler (Buck  
Converter, Step down Converter), finden in vielen Applikatio-  
nen, insbesondere zur Spannungsanpassung bzw. -reduzierung  
15 z.B. in Schaltnetzteilen, Verwendung.

Die Spannungsregelung in Gleichspannungsversorgungsschaltungen  
(Netzteilen) erfolgt bei Schaltreglern im allgemeinen über ei-  
ne Taktspannung, die am Steueranschluss eines Leistungstran-  
sistors angelegt wird. Im einfachsten Fall wird von der zu re-  
20 gelnden Gleichspannung (Regelgröße) im Regler eine Taktfre-  
quenz entsprechend der Abweichung von der Führungsgröße (Re-  
gelabweichung) abgeleitet, die den Leistungstransistor taktet  
und damit, insbesondere nach Filterung in einem Tiefpass, die  
25 geregelte Ausgangsgleichspannung ergibt.

Die offene Schleifenverstärkung eines Schaltreglers ergibt  
sich im Wesentlichen aus einer Verstärkung  $v_R$  eines Regelver-  
stärkers, der Verstärkung  $V_{PWM}$  eines Pulsweiten-Modulators  
30 (PWM), dem Verhältnis  $k_{ist}$  eines Ist-Spannungsteilers der Aus-  
gangsspannung im Rückführungszweig (feedback path) und der  
Verstärkung bzw. Dämpfung  $H_{TFLC}$  eines LC-Tiefpasses am Ausgang  
eines Leistungsverstärkers des Schaltreglers

$(v = k_{ist} \times v_R \times V_{PWM} \times H_{TPLC})$ .

Der Verstärkungsfaktor  $V_{PWM}$  des Pulsweiten-Modulators ergibt sich aus dem Quotienten einer Batteriespannung  $U_{BAT}$  (Eingangssignal) und einer Dreiecksspannung  $U_{OSZ}$ , welche dem Pulsweiten-Modulator zugeführt wird ( $V_{PWM} = U_{BAT}/U_{OSZ}$ ), wobei die Dreiecksspannung  $U_{OSZ}$  zum Beispiel 1,25  $V_{SS}$  beträgt.

Aufgrund der einzukalkulierenden großen Schwankungsbreite der Batteriespannung  $U_{BAT}$  von etwa 6V bis 40V bzw. evtl. sogar 60V, weist der Verstärkungsfaktor  $V_{PWM}$  des Pulsweiten-Modulators (PWM) einen relativ großen Dynamikbereich auf. Daraus folgt, dass die Gesamtverstärkung allein aufgrund der Batteriespannungs-Variationsbreite um den Faktor 10 (20dB) variiert, welches zu Stabilitätsproblemen des Gesamt-Regelkreises führen kann, oder aber bei einer in Bezug auf die größte Verstärkung entsprechend ausgelegte Reserve (Vorhalt) zu Regel-Genauigkeitsverlusten führen kann.

Batteriespannungs-Änderungen, insbesondere sprunghafte Batteriespannungs-Änderungen, werden im Rückführzweig (feedback-path) des Regelkreises eines Schaltreglers erst mit einer relativ großen Verzögerungszeit (delay time) identifiziert und erst nachfolgend ausgegeregelt, welches in dynamischem Überschwingen der Ausgangsspannung resultiert. Ausschlaggebend für die Verzögerungszeit ist der LC-Tiefpaß ( $H_{TPLC}$ ) mit einer Grenzfrequenz  $f_{gTP}$  von:

$$f_{gTP} = (1/2\pi) \times (1/(LC))^{0,5}$$

Ein übliches Verfahren zur Umgehung der oben genannten Probleme wird in M.R.BORGHI Smart Power ICs, Springer Verlag 1996 vorgestellt. Die Amplitude der dem Pulsweiten-Modulator zugeführten Dreiecksspannung  $U_{OSZ}$  wird in Abhängigkeit der Batteriespannung geregelt  $U_{OSZ} = f(U_{BAT})$ , wobei die Dreiecksspannung  $U_{OSZ}$

zum Beispiel im Bereich zwischen 200mV und 2V liegt. Ein Nachteil ergibt sich bei relativ kleinen Amplituden der Dreiecksspannung  $U_{osz}$  in einem getakteten System auf Grund der Auflösungsgenauigkeit, welches kritisch ist. Außerdem ist die ebenfalls mit dem Begriff "Feedforward-Kompensation" bezeichnete Amplitudenmitführung relativ aufwendig in der Realisierung.

Ein weiteres übliches Verfahren zur Umgehung der oben genannten Probleme wird durch eine Vorverzerrung der Dreiecksspannung  $U_{osz}$  erreicht, wobei die dem Pulsweiten-Modulator zugeführte Oszillatorspannung lediglich Dreieck-ähnlich ist und einen linear verlaufenden Abschnitt im Bereich der Spitzen des "Dreiecks" jedoch einen exponentiell verlaufenden Bereich aufweist, wobei kein Feedforward-Effekt erreicht wird, da der Oszillator nicht seine Spannungsamplitude verändert, insbesondere nicht in Abhängigkeit der Batteriespannung  $U_{BAT}$ , und somit keine direkte Kompensationsregelung eingreift (siehe auch MULLER RS, KAMINS TI (1986) Devices For Electronics Integrated Circuit, John Wiley & Sons).

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, einen Schaltregler, insbesondere mit einer Feedforward-Kompensation, und ebenfalls ein Schaltregelverfahren bereitzustellen, welcher eine von einem Eingangssignal im Wesentlichen unabhängige Verstärkung aufweist.

#### VORTEILE DER ERFINDUNG

Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch den in Anspruch 1 angegebenen Schaltregler und durch das Schaltregelverfahren nach Anspruch 12 gelöst.

Die der vorliegenden Erfindung zugrundeliegende Idee besteht darin, die Verstärkung  $v_R$  eines Regelverstärkers näherungsweise proportional der Batteriespannung zu führen.

- 5 In der vorliegenden Erfindung wird das eingangs erwähnte Problem insbesondere dadurch gelöst, dass eine Kompensationseinrichtung in Abhängigkeit der, insbesondere schwankenden, Eingangsspannung (zum Beispiel  $U_{BAT}$ ) den Verstärkungsfaktor  $v_R$  steuert, so dass die Gesamtverstärkung des Schaltreglers im  
10 Wesentlichen über der Batteriespannung  $U_{BAT}$  konstant bleibt.

In den Unteransprüchen finden sich vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des jeweiligen Erfindungsgegenstandes.

- 15 Gemäß einer bevorzugten Weiterbildung weist eine Verstärker-einrichtung einen mit Masse verbundenen komplexen Widerstand, insbesondere zum Einstellen einer Grundverstärkung und/oder einer Frequenzkompensation, auf.
- 20 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist eine Filtereinrichtung ein Tiefpass-Filter, insbesondere mit einer Spule und einer Kapazität, und einer dazu parallel geschalteten Diode auf.
- 25 Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist das der Pulsweiten-Modulationseinrichtung zugeführte Oszillatorsignal eine Dreieckoszillatorspannung auf.

- Gemäß einer weiteren bevorzugten Weiterbildung weist eine  
30 Schalteinrichtung einen Transistor, insbesondere einen MOSFET, auf.

## ZEICHNUNGEN

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 das Blockschaltbild eines Spaltreglers, insbesondere mit Feedforward-Kompensation, zur Erläuterung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

## BESCHREIBUNG DER AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

Fig. 1 zeigt das Blockschaltbild eines Schaltreglers, insbesondere mit einer Feedforward-Kompensation, zur Erläuterung einer Ausführungsform der vorliegenden Erfindung.

In Fig. 1 wird ein Eingangssignal 1, insbesondere eine Batteriespannung  $U_{BAT}$ , einer Kompensationseinrichtung 2, insbesondere einer Feedforward-Kompensationsbaugruppe (FFK), zugeführt, welche in Abhängigkeit der Amplitude des Eingangssignals 1 ein Kompensationssignal 3, insbesondere einen Kompensationsstrom  $I_{FFK}$ , erzeugt.

Eine Verstärkungseinrichtung 7, insbesondere ein Regelverstärker RV bzw. Steilheitsverstärker, nimmt das Kompensationssignal 3 auf und verändert entsprechend dem Kompensationssignal 3 den Verstärkungsfaktor 6  $v_R$  der Verstärkungseinrichtung 7. Ein komplexer Widerstand 8 ist mit der Verstärkungseinrichtung 7 verbunden und dient im Wesentlichen der Einstellung der Grundverstärkung der Verstärkungseinrichtung 7 und/oder der Frequenzkompensation. Ein Referenzsignal 4, insbesondere eine Re-

ferenzspannung  $U_{REF}$  und ein Istwert-Signal 5, insbesondere eine Ist-Spannung  $U_{IST}$ , werden der Verstärkungseinrichtung 7 ebenfalls zugeführt, um ein Verstärkersignal 23 zu erzeugen.

- 5 Ein Oszillatorsignal 9, insbesondere eine Dreiecksoszillatorspannung  $U_{OSZ}$  mit beliebiger, im Wesentlichen konstanter, Amplitude, wird ebenso wie das Verstärkersignal 23 einer Pulsweiten-Modulationseinrichtung 11, insbesondere einem Pulsweiten-Modulator (PWM), zugeführt, welcher ein mit einer Verstärkung  
10  $V_{PWM}$  behaftetes Pulsweiten-moduliertes Signal 22 erzeugt, das einer weiteren Verstärkungseinrichtung 12 der Verstärkung  $v_p$  zugeführt wird. In der Verstärkungseinrichtung 12, welche im Wesentlichen einer Leistungsanpassung zum Betätigen einer Schalteinrichtung 13 dient, wird ein Schaltsignal 21 gene-  
15 riert.

- Die Schalteinrichtung 13, insbesondere ein MOSFET- Leistungsverstärker, schaltet das Eingangssignal 1 in Abhängigkeit des Schaltsignals 21 zu einer Filtereinrichtung 14 durch und er-  
20 zeugt folglich ein gepulstes Signal 24, welches in der Filtereinrichtung 14 geglättet wird, die insbesondere ein Tiefpass-Filter mit einer seriellen Induktivität 15 und eine der Spule 15 nachgelagerte auf Masse geschaltete Kapazität 17 aufweist.

- 25 Eine Freilaufdiode 16, die u.a. auch zum Schutz der Filtereinrichtung 14 vor Überspannungen dient, ist parallel zur Filtereinrichtung 14 auf Masse geschaltet. Das gepulste Signal 24 wird in der Filtereinrichtung 14 zum Ausgangssignal 18, insbesondere einer Spannung, geglättet, welches über ein Wider-  
30 standsnetzwerk 19, insbesondere einen Spannungsteiler 19 mit der Verstärkung bzw. Aufteilung  $k_{ist}$  über eine Rückführung 20 (feedback path) der Verstärkungseinrichtung 7 zugeführt wird (Istwert-Signal 5).

Die Verstärkung  $v_R$  bzw. Steilheit  $S_R$  des Regelverstärkers 7 wird mit der Batteriespannung  $U_{BAT}$  (Eingangssignal 1) so nachgeführt, dass das Produkt  $v_1 = (U_{BAT}/U_{OSZ}) \times v_R$  über der Batteriespannung konstant bleibt.

Die Dreieck-Oszillatorspannung  $U_{OSZ}$  kann beliebig gewählt werden, z.B.  $U_{OSZ} = 1,25V$ . Die gemäß der vorliegenden Erfindung in erster Näherung Batteriespannungs-unabhängige Schleifenverstärkung im Regelkreis eines Abwärtswandlers (Buck Converters) stellt eine Realisierung einer Feedforward-Kompensation dar, d.h. auf sprunghafte Änderung der Batteriespannung reagiert der Regelverstärker bzw. der Pulsweiten-Modulator sofort, ohne Verzögerungszeit des ausgangsseitigen Tiefpasses.

Der Realisierungsaufwand eines solchen Schaltreglers mit Feedforward-Kompensation ist bezüglich der erforderlichen Fläche und Kosten relativ klein.

Für die Verstärkung  $v_R$  des Regelverstärkers RV ergibt sich:  
$$v_R = Z \times [1/(R \times k \times U_{BAT})],$$
wobei  $Z$  ein wählbarer externer komplexer Widerstand, insbesondere mit ohmschem und/oder kapazitivem Widerstand, darstellt. Das Produkt aus der Steilheit  $S_R$  und dem komplexen Widerstand  $Z$  ist ebenfalls gleich der Verstärkung  $v_R$  des Regelverstärkers RV, wobei die Steilheit  $S_R$  der Quotient aus dem Kompensationsstrom  $I_{FFK}$  durch die Temperaturspannung  $U_T$  ist und der Kompensationsstrom  $I_{FFK}$  aus einer Ringstromquelle generiert werden kann, welcher die Gleichung  $I_{FFK} = U_C/(R \times k \times U_{BAT})$  erfüllt, und  $R$  den  $Tk0$ -Widerstand der Ringstromquelle darstellt und  $k$  ein Faktor zur Einstellung der Verstärkung  $v_R$  ist. Setzt man die oben genannten Gleichungen und die Gleichung  $V_{PWM} = U_{BAT}/U_{OSZ}$  ineinander ein, so folgt das Produkt der beiden Verstärkungen



$v_R$  und  $V_{PWM} = v_1$  zu  $v_1 = Z/(R \times k \times U_{osz})$ , welches in erster Näherung unabhängig von der Batteriespannung ist und bei Batteriespannungssprüngen (dynamisch) ohne die Verzögerungszeit (delay time) des Ausgangs-Tiefpasses unverzüglich die Verstärkung korrigiert, so dass ein Überschwingen der Ausgangsspannung  $V_{out}$  vermieden wird.

Obwohl die vorliegende Erfindung vorstehend anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben wurde, ist sie darauf nicht beschränkt, sondern auf vielfältige Art und Weise modifizierbar.

Obwohl im oberen Beispiel die Kompensationseinrichtung ein Stromsignal zur Steuerung des Verstärkungsfaktors der Verstärkungseinrichtung abgibt, ist auch eine andere Signalform (Spannungssignal, optisches Signal, ...) wie auch bei den anderen auftretenden Signalen vorstellbar. Eine unterschiedliche Oszillator-Ausgangssignalform ist ebenso vorstellbar wie eine abgeänderte Filtereinrichtung oder der Entfall der weiteren Verstärkungseinrichtung mit dem Verstärkungsfaktor  $v_p$ .

Auch ist die Erfindung nicht auf die genannten Anwendungsmöglichkeiten beschränkt.

Schaltregler, insbesondere Abwärtswandler, und Schaltregelver-  
5 fahren

PATENTANSPRÜCHE

1. Schaltregler, insbesondere Abwärtswandler, mit:

10 einer Schalteinrichtung (13) zum Erzeugen eines gepulsten Signals (24) aus einem Eingangssignal (1) in Abhängigkeit von einem Schaltsignal (21);

15 einer Filtereinrichtung (14) zum Filtern des gepulsten Signals (24) und zum Ausgeben eines geglätteten Ausgangssignals (18);

20 einer steuerbaren Verstärkereinrichtung (7, 11, 12) zum Erzeugen des Schaltsignals (21) aus einem Referenzsignal (4) und einem über eine Rückführungseinrichtung (19, 20) aus dem Ausgangssignal (18) gewonnenen Istwertsignal (5) in Abhängigkeit von einem Kompensationssignal (3); und

25 einer Kompensationssignal- Erzeugungseinrichtung (2) zum Erzeugen des Kompensationssignals (3) aus dem Eingangssignal (1).

2. Schaltregler nach Anspruch 1,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Verstärkereinrichtung (7) einen mit Masse verbundenen komplexen Widerstand (8), insbesondere zum Einstel-

len einer Grundverstärkung und / oder einer Frequenzkompensation, aufweist.

3. Schaltregler nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
5       dadurch gekennzeichnet,  
      dass die Filtereinrichtung (14) einen Tiefpassfilter, insbesondere mit einer Spule (15) und einer Kapazität (17), aufweist.
- 10       4. Schaltregler nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
      dadurch gekennzeichnet,  
      dass parallel zur Filtereinrichtung (14) eine Diode, insbesondere zum Schutz derselben, geschaltet ist.
- 15       5. Schaltregler nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
      dadurch gekennzeichnet,  
20       dass ein Widerstandsnetzwerk (19), insbesondere ein Spannungsteiler (19) aus im wesentlichen ohmschen Widerständen, über die Rückführung (20) mit der Verstärkungseinrichtung (7) verbunden ist.
- 25       6. Schaltregler nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
      dadurch gekennzeichnet,  
      dass die steuerbare Verstärkereinrichtung (7, 11, 12) eine Pulsweitenmodulationseinrichtung (11) zum Erzeugen eines  
30       pulsweitenmodulierten Signals (22), insbesondere des Schaltsignals (21), aus einem Oszillatorsignal (9) und einem Verstärkersignal (23) aufweist.

7. Schaltregler nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das der Pulsweitenmodulationseinrichtung (11) zugeführte Oszillatorsignal (9) einen dreiecksspannungsförmigen Verlauf aufweist.
8. Schaltregler nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das von der Kompensationssignal- Erzeugungseinrichtung (2) erzeugte Kompensationssignal (3) ein Stromsignal ist.
9. Schaltregler nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schalteinrichtung (13) einen Transistor, insbesondere einen MOSFET, aufweist.
10. Schaltregler nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das Eingangssignal (1) eine quasi-stationäre Batteriespannung ist.
11. Schaltregler nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Schaltung zwischen der Pulsweitenmodulationseinrichtung (11) und der Schalteinrichtung (13) eine weitere Verstärkungseinrichtung (12) aufweist.

12. Schaltregelverfahren mit den Schritten:

erzeugen eines Kompensationssignals (3) aus einem Eingangssignal (1) in einer Kompensationssignal- Erzeugungseinrichtung (2);

erzeugen eines Schaltsignals (21) aus einem Referenzsignal (4) und einem über eine Rückführungseinrichtung (19, 20) aus einem Ausgangssignal (18) gewonnenen Istwertsignal (5) in Abhängigkeit des Kompensationssignals (3) in einer steuerbaren Verstärkereinrichtung (7, 11, 12);

erzeugen eines gepulsten Signals (24) aus dem Eingangssignal (1) in Abhängigkeit des Schaltsignals (21) in einer Schalteinrichtung (13); und

filtern des gepulsten Signals (24) in einer Filtereinrichtung (14) und ausgeben eines geglätteten Ausgangssignals (18).

13. Verfahren nach Anspruch 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass ein Verstärkersignal (23) unter Zuhilfenahme eines an eine Verstärkereinrichtung (7) angeschlossenen komplexen Widerstandes (8) erzeugt wird.

14. Verfahren nach Anspruch 12 oder 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
dass das Ausgangssignal (18) über ein Widerstandsnetzwerk (19), insbesondere einen Spannungsteiler mit, insbesondere ohmschen, Widerständen, und der Rückführung (20) zur Verstärkereinrichtung (7) geführt wird.

15. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass in der steuerbaren Verstärkereinrichtung (7, 11, 12)  
5 ein pulsweitenmoduliertes Signal (22), insbesondere das  
Schaltsignal (21), aus einem Oszillatorsignal (9) und dem  
Verstärkersignal (23) in einer Pulsweitenmodulationseinrichtung (11) erzeugt wird.
- 10 16. Verfahren nach einem oder mehreren der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass das pulsweitenmodulierte Signal (22) in einer weiteren Verstärkungseinrichtung (12) verstärkt wird, bevor es  
15 die Schalteinrichtung (13) ansteuert.

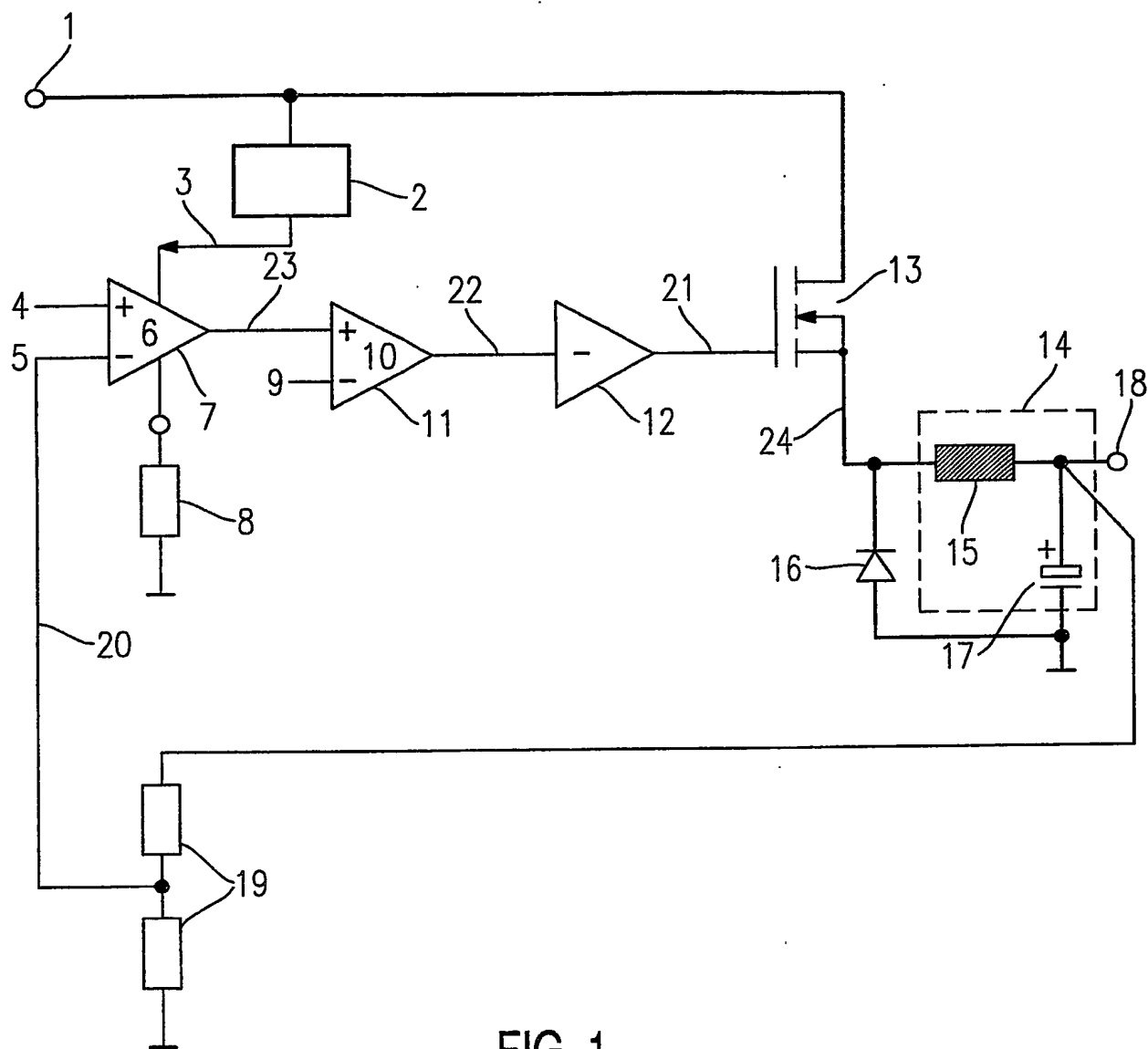


FIG. 1

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Interr tion No  
PCT/DE 03/01057

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
IPC 7 H02M3/156

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 H02M H02J

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	POTTKER DE SOUZA F ET AL: "A unity power factor buck pre-regulator with feedforward of the output inductor current" APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION, 1999. APEC '99. FOURTEENTH ANNUAL DALLAS, TX, USA 14-18 MARCH 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 14 March 1999 (1999-03-14), pages 1130-1135, XP010323593 ISBN: 0-7803-5160-6 paragraph '000I!; figure 3 ---	1,3-12, 14-16
X	US 4 987 361 A (OHMS FRANZ) 22 January 1991 (1991-01-22) column 6; figure 1 ---	1,3-12, 14-16
	-/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

### \* Special categories of cited documents:

- \*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- \*E\* earlier document but published on or after the international filing date
- \*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- \*O\* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- \*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- \*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- \*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- \*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- \*G\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 October 2003

Date of mailing of the international search report

30/10/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Imbernon, L



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. App. No.  
PCT/DE 03/01057

## C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 4 536 700 A (BELLO VINCENT G ET AL) 20 August 1985 (1985-08-20) column 2, line 29 - line 49; figure 2A ----	1,3-12, 14-16
X	US 5 572 112 A (SAEKI MITSUO ET AL) 5 November 1996 (1996-11-05) column 1, line 11 - line 27; figures 5,7A,7B column 7 -column 8 ----	1,3-12, 14-16
X	FR 2 741 729 A (SAFT NIFE IBERICA) 30 May 1997 (1997-05-30) page 2, line 21 - line 32; figures 5,6 -----	1,12

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

I n a t i o n a l patent family members

Internat ion No

PCT/DE 03/01057

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 4987361	A	22-01-1991	DE 3838408 A1 CA 1308436 C DE 58907342 D1 EP 0369118 A2	17-05-1990 06-10-1992 05-05-1994 23-05-1990
US 4536700	A	20-08-1985	CA 1246141 A1 DE 3509713 A1 FR 2562285 A1 GB 2156549 A ,B JP 60218125 A	06-12-1988 10-10-1985 04-10-1985 09-10-1985 31-10-1985
US 5572112	A	05-11-1996	JP 7322602 A	08-12-1995
FR 2741729	A	30-05-1997	ES 2114466 A1 FR 2741729 A1	16-05-1998 30-05-1997

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International patent family members

International No

PCT/DE 03/01057

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 4987361	A	22-01-1991	DE	3838408 A1	17-05-1990
			CA	1308436 C	06-10-1992
			DE	58907342 D1	05-05-1994
			EP	0369118 A2	23-05-1990
US 4536700	A	20-08-1985	CA	1246141 A1	06-12-1988
			DE	3509713 A1	10-10-1985
			FR	2562285 A1	04-10-1985
			GB	2156549 A , B	09-10-1985
			JP	60218125 A	31-10-1985
US 5572112	A	05-11-1996	JP	7322602 A	08-12-1995
FR 2741729	A	30-05-1997	ES	2114466 A1	16-05-1998
			FR	2741729 A1	30-05-1997

# INTERNATIONALEN RECHERCHENBERICHT

Intern. Zeichen  
PCT/DE 03/01057

## A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 H02M3/156

Nach der internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 H02M H02J

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	POTTKER DE SOUZA F ET AL: "A unity power factor buck pre-regulator with feedforward of the output inductor current" APPLIED POWER ELECTRONICS CONFERENCE AND EXPOSITION, 1999. APEC '99. FOURTEENTH ANNUAL DALLAS, TX, USA 14-18 MARCH 1999, PISCATAWAY, NJ, USA, IEEE, US, 14. März 1999 (1999-03-14), Seiten 1130-1135, XP010323593 ISBN: 0-7803-5160-6 Absatz '000I!; Abbildung 3 ---	1,3-12, 14-16
X	US 4 987 361 A (OHMS FRANZ) 22. Januar 1991 (1991-01-22) Spalte 6; Abbildung 1 ---	1,3-12, 14-16
	-/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

\*A\* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

\*E\* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

\*L\* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

\*O\* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

\*P\* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

\*T\* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

\*X\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

\*Y\* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

\*Z\* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

16. Oktober 2003

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

30/10/2003

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Imbernon, L

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern: as Zeichen

PCT/DE 03/01057

## C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 4 536 700 A (BELLO VINCENT G ET AL) 20. August 1985 (1985-08-20) Spalte 2, Zeile 29 - Zeile 49; Abbildung 2A ---	1,3-12, 14-16
X	US 5 572 112 A (SAEKI MITSUO ET AL) 5. November 1996 (1996-11-05) Spalte 1, Zeile 11 - Zeile 27; Abbildungen 5,7A,7B Spalte 7 -Spalte 8 ---	1,3-12, 14-16
X	FR 2 741 729 A (SAFT NIFE IBERICA) 30. Mai 1997 (1997-05-30) Seite 2, Zeile 21 - Zeile 32; Abbildungen 5,6 -----	1,12

# INTERNATIONALER RESEARCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur Patentfamilie gehören

Intern: 3 A. chen

PCT/DE 03/01057

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4987361	A	22-01-1991	DE	3838408 A1	17-05-1990
			CA	1308436 C	06-10-1992
			DE	58907342 D1	05-05-1994
			EP	0369118 A2	23-05-1990
US 4536700	A	20-08-1985	CA	1246141 A1	06-12-1988
			DE	3509713 A1	10-10-1985
			FR	2562285 A1	04-10-1985
			GB	2156549 A ,B	09-10-1985
			JP	60218125 A	31-10-1985
US 5572112	A	05-11-1996	JP	7322602 A	08-12-1995
FR 2741729	A	30-05-1997	ES	2114466 A1	16-05-1998
			FR	2741729 A1	30-05-1997